

РАЗРУШЕНИЕ ПОЛИМЕТИЛМЕТАКРИЛАТА ПРИ ЛАЗЕРНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ

С. В. Васильев, А. Ю. Иванов

Гродненский государственный университет им. Я. Купалы, Гродно

E-mail: ion_ne@mail.ru

Излучение рубинового лазера ГОР-100М, работавшего в режиме свободной генерации (длительность импульса $\tau \sim 1,2$ мс), пройдя через фокусирующую систему, направлялось на образец, располагавшийся либо в вакуумной камере, либо в кювете с водой. Диаметр полученного таким образом пятна излучения варьировался в ходе экспериментов от 1 до 2 мм. Для изучения пространственной и временной эволюции зоны лазерного разрушения в ходе воздействия ЛИ на образец использовался метод скоростной голографической киносъемки [1]. Образец помещался в одно из плеч интерферометра Маха-Цендера. Интерферометр освещался излучением второго рубинового лазера. Длительность импульса излучения зондирующего лазера составляла ~ 400 мкс. Селекция поперечных мод зондирующего лазера осуществлялась диафрагмой, помещенной внутрь резонатора, а продольных – эталоном Фабри-Перо, использовавшимся в качестве выходного зеркала. Зондирующее излучение направлялось в коллиматор, позволявший получать параллельный световой пучок диаметром до 3 см, что позволило наблюдать за развитием зоны разрушения. Интерферометр был состыкован со скоростной фоторегистрирующей камерой СФР-1М. Скоростная камера работала в режиме лупы времени. Полученные отдельные кадры голограмм обеспечивали временное разрешение не хуже 0,8 мкс (время экспозиции одного кадра) и пространственное разрешение по полю объекта ≈ 50 мкм.

Динамика лазерного разрушения образца из ПММА, окруженного воздухом, находящимся в «нормальных» условиях (температура ~ 300 К, давление $\sim 10^5$ Па) достаточно подробно описана в работе [2]. Принципиально иная картина наблюдается при воздействии импульсного лазерного излучения с аналогичными параметрами на образец из ПММА, окруженный воздухом при давлении $\sim 10^{-5}$ Па. На поверхности облучаемого образца образования макроскопической (видимой) зоны разрушения первоначально не наблюдается. Лазерное излучение беспрепятственно проходит вглубь образца и поглощается на неоднородностях материала, как при лазерном пробое в стекле и других прозрачных аморфных силикатах, а также кристаллах [3]. В результате внутри образца возникает и увеличивается в размерах видимая зона

разрушения. Если она «выходит на поверхность», в «точке выхода» начинается развитие кратера. Аналогичная картина наблюдается и при воздействии лазерного излучения на образец из ПММА, расположенный в воде (рис. 1).

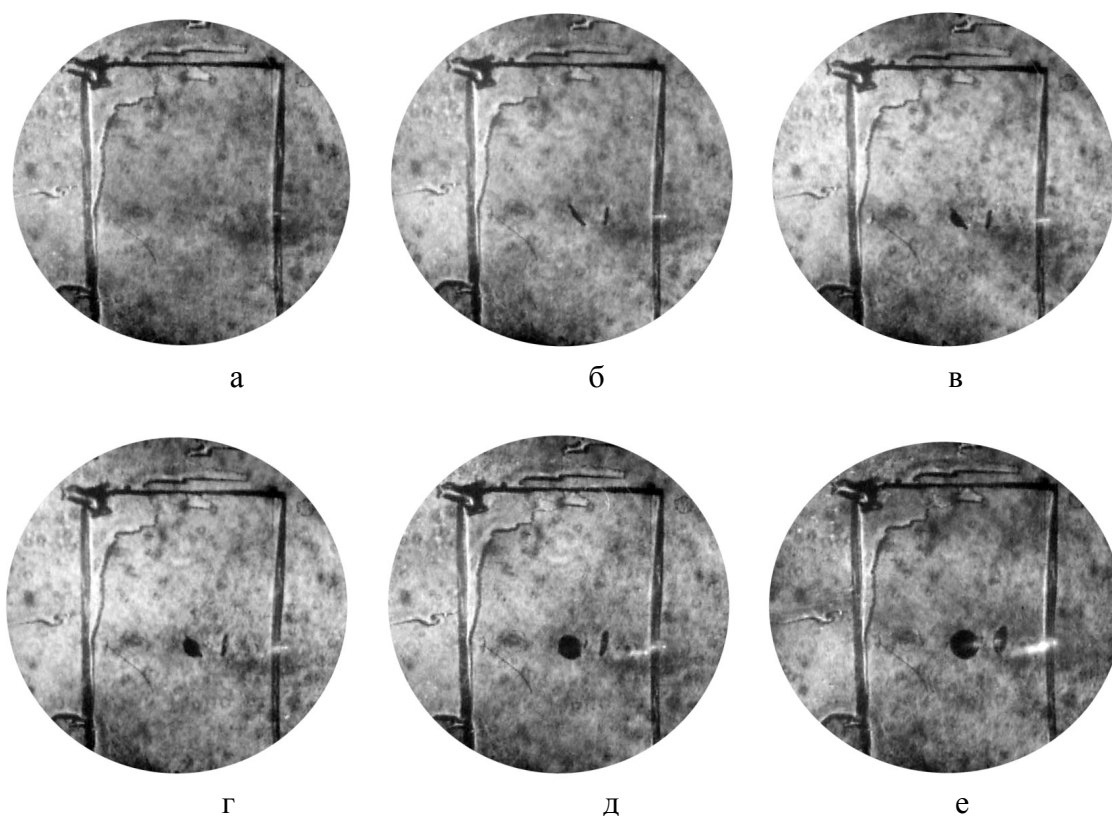


Рис. 1. Теневые картины образца из ПММА через 10 мкс (а), 30 мкс (б), 60 мкс (в), 90 мкс (г), 120 мкс (д), 150 мкс (е) после начала воздействия лазерного излучения

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что при «нормальных» условиях (начальная температура ~ 300 К, давление $\sim 10^5$ Па) основным механизмом разрушения ПММА является его поверхностное горение под воздействием лазерной плазмы, имеющей температуру ~ 7000 К.

1. Барихин Б. А., Иванов А. Ю., Недолугов В. И. // Квантовая электроника. 1990. Т. 17, № 11. С. 1477–1480.
2. Васильев С. В., Иванов А. Ю., Недолугов В. И. // Квантовая электроника. 1994. Т. 21, № 4. С. 324–328.
3. Иванов А. Ю. Акустическая диагностика процесса лазерной обработки материалов. Гродно: ГрГУ, 2007. 280 с.